

Docket No.: L&L-I0262

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231.

By: 

Date: February 1, 2002

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Georg Stegemann
Appl. No. : 10/036,253
Filed : October 22, 2001
Title : Method of Frequency Synchronization in a Wireless Communications System and Configuration for Implementing the Method

CLAIM FOR PRIORITY

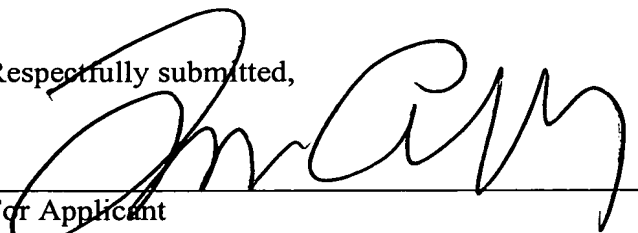
Hon. Commissioner of Patents and Trademarks,
Washington, D.C. 20231

Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119, based upon the German Patent Application 199 18 387.2, filed April 22, 1999.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,



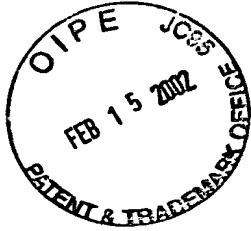
For Applicant

LAURENCE A. GREENBERG
REG. NO. 29,308

Date: February 1, 2002

Lerner and Greenberg, P.A.
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480
Tel: (954) 925-1100
Fax: (954) 925-1101
/bb

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 199 18 387.2

Anmeldetag: 22. April 1999

Anmelder/Inhaber: Infineon Technologies AG, München/DE
Erstanmelder: Siemens Aktiengesellschaft,
München/DE

Bezeichnung: Verfahren zum Synchronisieren der Frequenz
beim drahtlosen Fernsprechen sowie Anordnung
zur Durchführung des Verfahrens

IPC: H 04 L, H 04 Q, H 04 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 22. November 2001
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident

Im Auftrag

Beschreibung

Verfahren zum Synchronisieren der Frequenz beim drahtlosen Fernsprechen sowie Anordnung zur Durchführung des Verfahrens

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Synchronisieren der Frequenz beim drahtlosen Fernsprechen, bei welchem eine mobile Einheit und eine ortsfeste Basisstation über eine vorgegebene Anzahl von Frequenzen kommunizieren, und bei welchem in einem Zeitabschnitt innerhalb eines Zeitrahmens eine Nachricht mit einem die Basisstation identifizierenden Code gesendet wird. Die Erfindung betrifft ferner eine Anordnung zur Durchführung des Verfahrens.

Beim drahtlosen Fernsprechen werden Zeitrahmen (Frames) vorgegebener Länge festgelegt, welche in Zeitabschnitte (Time Slots) vorgegebener Länge und Anzahl unterteilt werden. Innerhalb eines Zeitabschnitts sendet die Basisstation und die mobile Einheit muß sich auf die zugehörige Basisstation auf synchronisieren, d.h., sie muß den Zeitschlitz und die Frequenz finden, auf welcher die Basisstation Nachrichten sendet. Diese Nachrichten enthalten unter anderem Angaben zur aktuellen Frequenz und Zeitabschnitt sowie einen die Basisstation identifizierenden Code. Erst wenn auf diesem Kanal eine bestimmte Anzahl von Nachrichten empfangen wurde, kann ein Gespräch eingeleitet bzw. angenommen werden.

Wird eine Übertragung von der mobilen Einheit zur Basisstation aufgebaut, erfolgt dies auf einem vorgegebenen Kanal, d.h., einem vorgegebenen Zeitabschnitt und einer vorgegebenen Frequenz, der so lange unverändert bleibt, bis er gegebenenfalls wegen einer Interferenz erzeugenden Störers gewechselt werden muß.

Ein in Europa weit verbreitetes Protokoll, welches die Übertragung beim drahtlosen Fernsprechen festlegt, ist das Digital European Cordless Telecommunication Protocol (DECT). Da-

bei ist das Frequenzübertragungsband in relativ wenige Frequenzbänder unterteilt. Das DECT-Protokoll ist auch nicht für schnelle Kanalwechsel, sei es zur Übertragung der Nachricht mit Frequenzangaben und Identifikationscode oder von Nutzdaten, und zum häufigen und schnellen Frequenzwechsel geeignet.

Bei einem anderen, insbesondere in den USA eingesetzten Protokoll mit dem Namen American Digital Cordless Telecommunication Protocol (ADCT), wird das Übertragungsband in eine größere Anzahl von Frequenzbändern, z.B. 75 Frequenzbänder, unterteilt, wobei jede der Frequenzen im Mittel gleich häufig benutzt werden muß. Die ausgestrahlte Leistung soll sich also über das gesamte Frequenzband gleichmäßig verteilen. Das erfordert systembedingt einen sehr häufigen Frequenzwechsel, z.B. nach jedem Zeitrahmen, so daß jede Nachricht auf einer anderen Frequenz übertragen wird. Dieser schnelle und häufige Frequenzwechsel wird als "Frequency Hopping" bezeichnet.

Der Erfindung liegt die **A u f g a b e** zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, mit welchem unter Einhaltung der im DECT-Protokoll enthaltenen Vorgaben ein schneller und häufiger Frequenzwechsel entsprechend dem ADCT-Protokoll durchgeführt werden kann.

Verfahrensmäßig wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß zumindest aus einem Teil des Identifikationscodes ein Schlüssel abgeleitet wird, daß eine vorgegebene Anzahl von unterschiedlichen, eindeutigen Frequenzfolgen festgelegt wird, die jeweils alle Frequenzen enthalten, daß eine dieser Frequenzfolgen dem Steuersignal zugeordnet und durch das Steuersignal diese Frequenzfolge ausgewählt wird, und daß bei einem Frequenzwechsel die in der zugeordneten Frequenzreihenfolge enthaltenen Frequenzen nacheinander in der vorgegebenen Reihenfolge von der betreffenden Basisstation und der mobilen Einheit verwendet werden.

Anordnungsmäßig wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß auf seiten der Basisstation und der mobilen Einheit jeweils eine Frequenzwechsel-Berechnungseinheit vorhanden ist, welchen eingangsseitig der Inhalt eines den Schlüssel aufnehmenden Schlüssel-Registers sowie eines die aktuelle Frequenz bestimmenden Frequenzregisters zugeführt wird, und welche ausgangseitig mit dem Frequenzregister verbunden sind.

Ein Grundgedanke der Erfindung besteht darin, daß bei einem Verfahren nach dem DECT-Protokoll eine bestimmte Anzahl von Frequenzlisten erzeugt wird. Die Frequenzen sind zufällig oder pseudozufällig innerhalb einer jeden Liste verteilt. Jede Liste ist eindeutig, d.h., jede Frequenz erscheint nur ein einziges Mal in einer solchen Liste. Da man die aktuelle Frequenz und den Identifikationscode kennt, kann man aus der (aufgrund beispielsweise des DECT-Protokolls) empfangenen Nachricht ableiten, welche dieser Listen verwendet wird. Aus der betreffenden Liste kann dann bei einem Frequenzwechsel jeweils die folgende Frequenz auf einfache Weise entnommen werden.

Die Erfindung hat den Vorteil, daß keine Änderungen am DECT-Protokoll vorgenommen zu werden brauchen, sondern man kann den DECT-Standard unverändert übernehmen. Es sind also keine zusätzlichen Kanäle erforderlich, über welche die Reihenfolge der Frequenzen übertragen werden muß.

Grundsätzlich könnten die Frequenzlisten in einer vollständigen Tabelle abgespeichert werden. Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung besteht jedoch darin, daß die Listen mit den Frequenz- bzw. Kanalreihenfolgen während des laufenden Betriebs jeweils mit unterschiedlichen Algorithmen berechnet werden, bei welchem der jeweils folgende Kanal ausgehend von dem unmittelbar vorausgehenden Kanal ermittelt wird.

Ein besonders einfacher und dennoch für die meisten Anwendungsfälle ausreichender Algorithmus besteht darin, daß bei einer Anzahl von 40 Listen die Frequenz eines Kanals folgendermaßen berechnet wird: $f_{x+1} = \text{mod}(75[f_x + Y])$, wobei $Y = 1, 2, 4, 7, 8, 11, 13, 14, 16 \dots, 68, 71, 73, 74$ ist.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, daß jede Frequenzfolge mehrere unterschiedliche, eindeutige Unterfrequenzfolgen aufweist, welche durch Unterschlüssel festgelegt werden. Diese sind in einer weiteren Tabelle unter anderem sowohl in der Basisstation als auch in der mobilen Einheit festgelegt. Der Unterschlüssel wird von der Basisstation zusammen mit der Nachricht an die mobile Einheit gesendet, beispielsweise auf redundanten Bitstellen.

Wenn dabei die Frequenzen einer Unterfolge durchlaufen sind, wird entsprechend der weiteren Tabelle bzw. des betreffenden Unterschlüssels automatisch der Durchlauf der nächsten Unterfolge eingeleitet. Es wird also nicht mehr eine eindeutige Folge von n -Frequenzwerten errechnet und durchlaufen, sondern eine Folge von eindeutigen Unterfolgen, die durch den Unterschlüssel identifiziert werden.

Es kann auch zweckmäßig sein, daß eine Frequenz für eine vorgegebene Anzahl von Zeitrahmen beibehalten wird, beispielsweise vierzig Zeitrahmen, bevor ein Frequenzwechsel entsprechend der zugehörigen Liste erfolgt, und daß eine Information übertragen wird, wie oft noch auf der aktuellen Frequenz gesendet wird. Es ist hierbei ausreichend, wenn bei der mobilen Einheit ein Zähler vorhanden ist, in welchem die Information über die Anzahl der Zeitrahmen ausgewertet wird, in welchem mit der gleichen Frequenz gesendet wird. Die Information wird auf einfache Weise aus der Nachricht abgeleitet, die neben der vorstehend bereits beschriebenen Information zur aktuellen Frequenz und dem Identifikationscode auch Prüfziffern, z.B. Block Check Message, enthält, die einer Ba-

sisstation und einer zugehörigen mobilen Einheit eindeutig zuordenbar sind.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels weiter beschrieben. Es zeigen schematisch:

Fig. 1 ein Diagramm eines Übertragungsmodus;

Fig. 2 ein Blockschaltdiagramm einer Basisstation und

Fig. 3 ein Blockschaltdiagramm einer mobilen Einheit.

Gemäß Fig. 1 sind zeilenweise übereinander Beispiele für drei Frequenzkanäle FR 0, FR 2 und FR 74 mit jeweils zwei Zeitrahmen FR_B , FR_H wiedergegeben. Der linke Zeitrahmen FR_B ist einer Basisstation zugeordnet und der rechts dargestellte Zeitrahmen FR_H einer mobilen Einheit.

Jeder Zeitrahmen FR_B , FR_H ist in Zeitabschnitte TSR vorgegebener Zahl unterteilt. Im vorliegenden Beispiel weist jeder Zeitrahmen zwölf Zeitschlitz TSL auf, die bezüglich der Basisstation von 0 bis 11 und bezüglich der mobilen Einheit von 12 bis 23 durchnummeriert sind.

Zur Synchronisation zwischen der Basisstation und der mobilen Einheit sendet die Basisstation in einem festen Zeitschlitz und mit einer vorgegebenen Frequenzfolge unter anderem die Nachricht NT, in welcher der die Basisstation identifizierende Code enthalten ist. Die mobile Einheit ist zunächst auf Empfang mit irgend einer der Frequenzen aus diesen Frequenzfolgen eingestellt. Wenn die gesendete und die empfangsseitig eingestellte Frequenz übereinstimmen, und die zugehörige Basisstation identifiziert ist, synchronisiert sich die mobile Einheit auf die Basisstation auf. Dann erfolgt erfindungsgemäß ein Frequenzwechsel in Abhängigkeit vom Inhalt einer Rei-

he von Frequenzlisten, welche die betreffende, folgende Frequenz vorgeben. Kriterium für die Auswahl innerhalb der Frequenzlisten ist ein Schlüssel, welcher aus dem Identifikationscode abgeleitet wird.

Die Anzahl der Frequenzlisten ist grundsätzlich frei wählbar. Die Frequenzlisten sind unterschiedlich und eindeutig und enthalten alle beim Frequenz-Hopping-Verfahren verwendeten Frequenzen, wobei jede Liste jede Frequenz einmal in einer zufälligen oder pseudozufälligen Reihenfolge enthält. Beim Empfang einer Nachricht NT von der Basisstation kann also aufgrund der eindeutigen Zuordnung einer Liste zu einer Basisstation die nächste Frequenz für den Frequenzwechsel ohne weiteres aus der aktuellen Empfangsfrequenz bestimmt werden.

Fig. 2 zeigt für eine Basisstation ein Nachrichtenregister 10, welches die Nachricht NT mit dem Identifikationscode ID der Basisstation enthält, welcher in fast jedem Zeitrahmen FR_B ausgesendet wird. Diese Nachricht ist typischerweise aus 40 Bit zusammengesetzt. Zumindest aus einem Teil dieser Nachricht, beispielsweise den sechs niederwertigsten Bits, wird ein Schlüssel abgeleitet, der in einem Schlüsselregister 11 gespeichert ist und welcher der Basisstation eindeutig zuordenbar ist. In einem weiteren Teil der Nachricht NT wird ein weiterer Schlüssel, der Unterschlüssel, aus einem Unterschlüsselregister 12 übernommen. Der Unterschlüssel kann beispielsweise in redundante Bits der Nachricht NT eingebaut werden. Er wird von der Frequenzwechsel-Berechnungseinheit 15 bereitgestellt.

Ein Frequenzregister 13 enthält Angaben zur aktuellen Frequenz, daß heißt, der Inhalt des Frequenzregisters 13 bestimmt die aktuelle Frequenz zur Kommunikation zwischen der Basisstation und der mobilen Einheit. Sie wird zunächst über ein Signal INIT vorgegeben.

Der Inhalt des Frequenzregisters 13 wird über eine Rückkopplung 14 der Frequenzwechsel-Berechnungseinheit 15 zugeführt, an welcher eingangsseitig auch der Inhalt des Schlüsselregisters 11 und des Unterschlüsselregisters 12 als Eingangsgrößen zur Berechnung der nächsten Frequenz anliegen. Die Frequenzwechsel-Berechnungseinheit 15 arbeitet nach einem vorgegebenen Algorithmus in der Weise, daß aus der aktuellen Frequenz gemäß Frequenzregister 13, dem Schlüssel und Unterschlüssel gemäß Schlüsselregister 11 und Unterschlüsselregister 12 die nächste Frequenz für einen schnellen und häufigen Frequenzwechsel errechnet werden kann, wie er beispielsweise für ein Frequency-Hopping-Verfahren gemäß ADCT erforderlich ist. Die errechnete nächste Frequenz wird einem Update-Register 16 zugeführt, welches von einem Zeitrahmencähler 17 gesteuert wird.

Das Update-Register 16 speichert die errechnete "nächste" Frequenz über eine gewünschte Anzahl von Zeitrahmen FR_B , bevor sein Inhalt in das Frequenzregister 13 übergeben wird. Wahlweise kann somit ein Frequenzwechsel bei jedem Zeitrahmen FR_B oder nur nach einer vorgegebenen Anzahl von Zeitrahmen erfolgen.

Gemäß Fig. 3 weist die mobile Einheit ein Eingangsregister 18 auf, in welchem die von der Basisstation empfangene Nachricht NT gespeichert wird. Die Nachricht wird in einer Prüfeinheit 19 daraufhin überprüft ob die empfangene Nachricht einschließlich des Identifikationscodes ID fehlerfrei ist. Der Identifikationscode ID wird in einem Schlüsselregister 11' gespeichert. Bei gültiger und fehlerfreier Nachricht wird ein Update-Register 16 aktiviert, wenn auch das Ausgangssignal eines Zeitrahmencählers 17' aktiviert ist. Hierzu ist schematisch ein Und-Gatter 20 in der Figur dargestellt. In gleicher Weise wie bei der Basisstation gemäß Fig. 2 wird in eine Frequenzwechsel-Berechnungseinheit 15' abhängig vom Inhalt eines Frequenzregisters 13' und des Schlüsselregisters 11' sowie eines Unterschlüsselregisters 12' aufgrund der vorgegebenen

Frequenzliste die nächste Frequenz für einen schnellen und häufigen Frequenzwechsel errechnet und im Update-Register 16' solange zwischengespeichert, bis sie von dort in das Frequenzregister 13' übernommen wird.

Solange keine gültige Nachricht empfangen wird, und damit das Update-Register nicht freigegeben ist, ist im Frequenzregister 13' immer eine initialisierte Frequenz abgespeichert.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Synchronisieren der Frequenz beim drahtlosen Fernsprechen, bei welchem eine mobile Einheit und eine ortsfeste Basisstation über eine vorgegebene Anzahl von Frequenzen (f_x) kommunizieren, und bei welchem ferner in einem Zeitabschnitt (TSL) innerhalb eines Zeitrahmens (FR) eine Nachricht (NT) mit einem die Basisstation identifizierenden Code (ID) gesendet wird,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß zumindest aus einem Teil des Identifikationscodes (ID) ein Schlüssel (KEY) abgeleitet wird, daß eine vorgegebene Anzahl n von unterschiedlichen, eindeutigen Frequenzfolgen ($L_0, L_1, L_2 \dots (L_{39})$) festgelegt wird, die jeweils alle Frequenzen (f_x) enthalten, daß einer dieser Frequenzfolgen $L_0, L_1, \dots L_{39}$ dem Schlüssel (KEY) zugeordnet und durch den Schlüssel (KEY) diese Frequenzfolge ausgewählt wird, und daß bei einem Frequenzwechsel die in der zugeordneten Frequenzfolge enthaltenen Frequenzen (f_x) nacheinander in der vorgegebenen Reihenfolge von der betreffenden Basisstation und der zugehörigen mobilen Einheit verwendet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Frequenzfolgen jeweils mit unterschiedlichen Algorithmen berechnet werden, bei welchem die jeweils folgende Frequenz f_{x+1} , ausgehend von der jeweils unmittelbar vorausgehenden Frequenz (f_x) ermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß 40 Frequenzfolgen verwendet werden, und daß die Frequenzreihenfolge mit folgendem Algorithmus berechnet wird:

$f_{x+1} = \text{mod}(75[f_x + Y]); Y = 1, 2, 4, 7, 8, 11, 13, 14, 16 \dots,$
68, 71, 73, 74.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß jede Frequenzfolge mehrere unterschiedliche, eindeutige Unterfrequenzfolgen aufweist, welche durch Unterschlüssel festgelegt werden, die aus dem Identifikationssignal (ID) abgeleitet werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß nach dem vollständigen Durchlaufen einer Unterfrequenzfolge eine andere Unterfrequenzfolge verwendet wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß eine Frequenz (f_x) für eine vorgegebene Anzahl von Zeitrahmen (FR) beibehalten wird, bevor ein Frequenzwechsel erfolgt, und daß eine Information übertragen wird, wie oft noch auf der aktuellen Frequenz (f_x) gesendet wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die von der Basisstation gesendete Nachricht (NT) von der mobilen Einheit auf Fehlerfreiheit überprüft wird, daß erst bei fehlerfreiem Empfang der Empfängerschlüssel (KEY) übernommen und eine Frequenzänderung zugelassen wird.

8. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß auf seiten der Basisstation und der mobilen Einheit eine Frequenzwechsel-Berechnungseinheit (15, 15') vorhanden sind, welche eingangsseitig den Inhalt eines den Schlüssel (KEY) aufnehmenden Schlüsselregisters (11, 11') sowie der Inhalt eines die aktuelle Frequenz (f_x) bestimmenden Frequenzregisters (13, 13') zugeführt sind, und welche ausgangsseitig mit dem Frequenzregister (13, 13') verbunden ist.

9. Anordnung nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß zwischen dem Frequenzregister (13, 13') und dem Ausgang
der Frequenzwechsel-Berechnungseinheit (15, 15') ein von ei-
nem Zeitrahmencähler (17, 17') gesteuertes Update-Register
(16, 16') geschaltet ist.

Zusammenfassung

Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Synchronisieren der Frequenz beim drahtlosen Fernsprechen beschrieben, welche es gestatten, unter Anwendung des DECT-Protokolls eine Kommunikation zwischen einer mobilen Einheit und einer ortsfesten Basisstation mit schnellen und häufigen Frequenzwechseln, beispielsweise gemäß ADCT-Protokoll, durchzuführen. Es wird hierzu aus dem von der Basisstation gesendeten Identifikationscode (ID) ein Schlüssel (KEY) abgeleitet. Es werden Listen mit zufälligen oder pseudozufälligen Frequenzfolgen festgelegt und abhängig vom gesendeten Schlüssel wird eine der Listen ausgewählt und die entsprechenden Frequenzen werden für den Frequenzwechsel verwendet.

(Fig. 2)

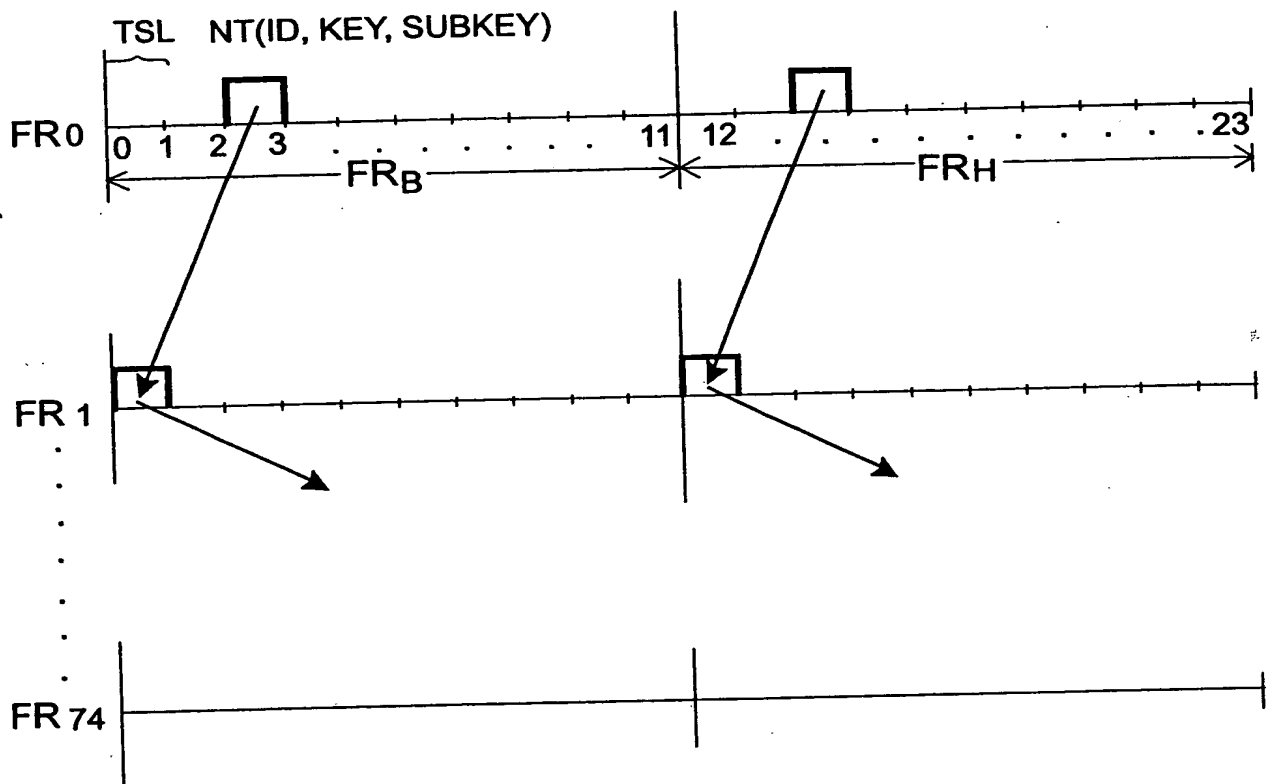


FIG. 1

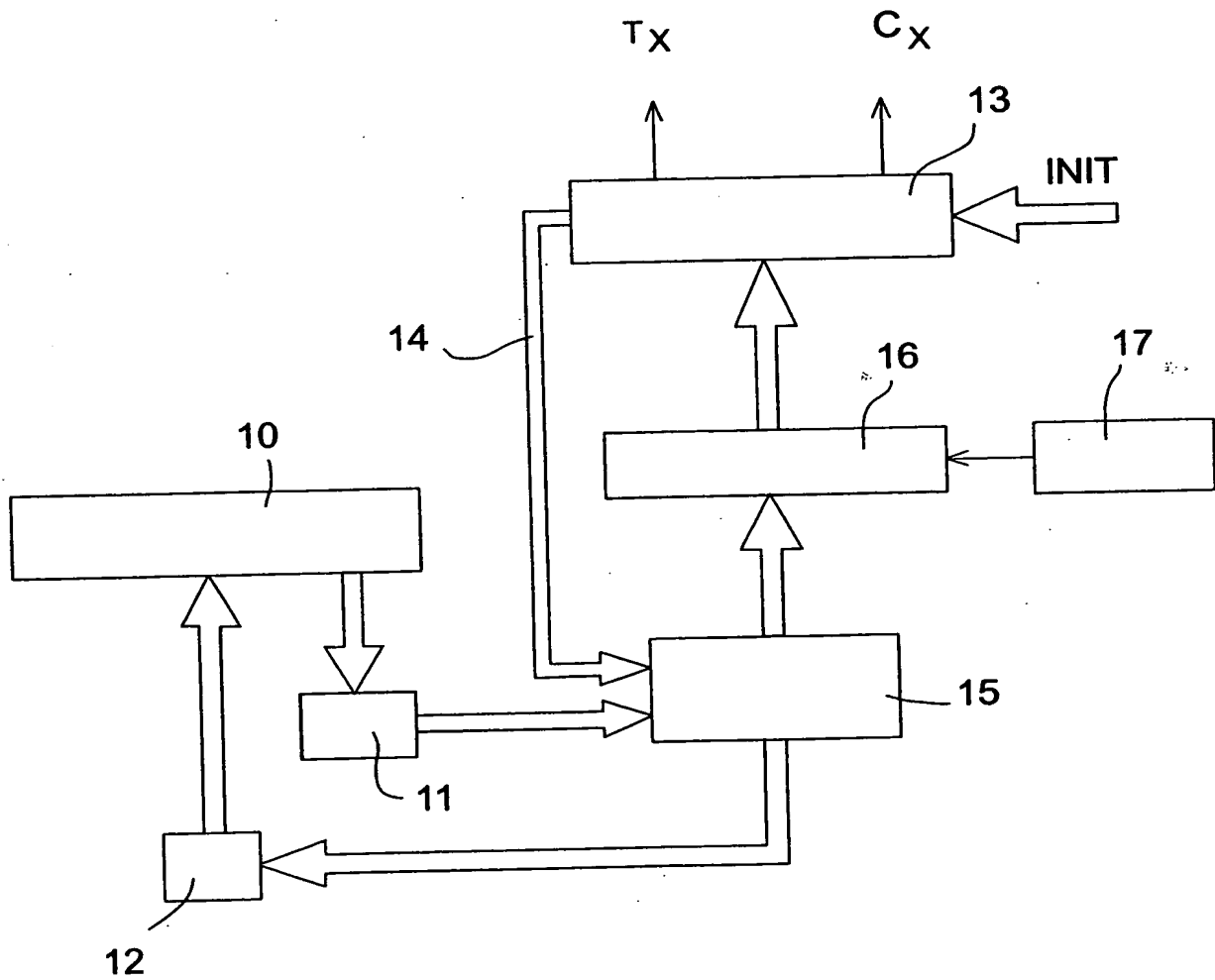


FIG. 2

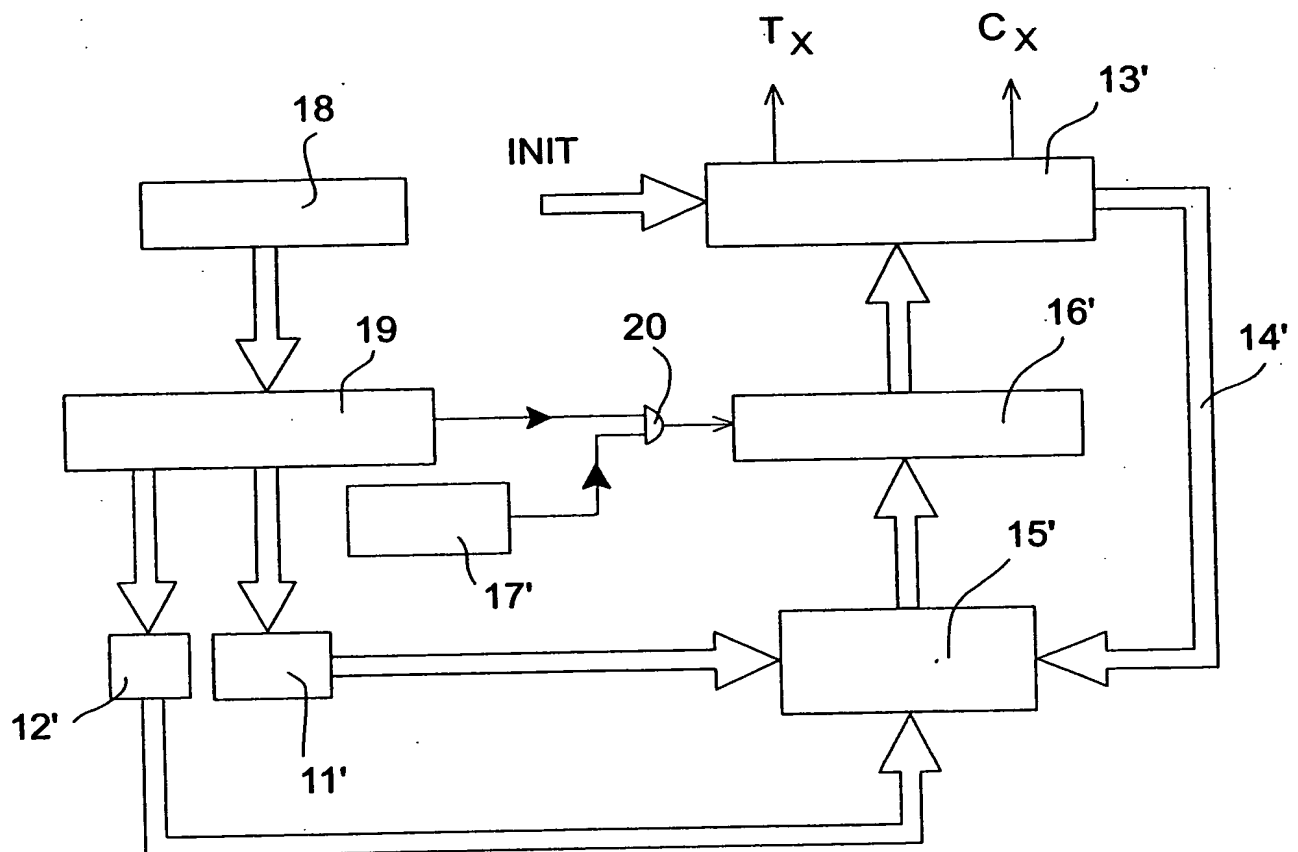


FIG. 3